



DEUTSCHES
PATENTAMT

21 Aktenzeichen: P 28 17 544.2-52
22 Anmeldetag: 21. 4. 78
43 Offenlegungstag: 23. 11. 78
45 Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 17. 8. 89



Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

30 Unionspriorität: 32 33 31
18.05.77 IT 68123A-77

73 Patentinhaber:
Selca S.p.A., Ivrea, IT

74 Vertreter:
Grättinger, G., Dipl.-Ing. Dipl.-Wirtsch.-Ing.,
Pat.-Anw., 8130 Starnberg

72 Erfinder:
Antrag auf Nichtnennung

56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht gezogene Druckschriften:

DE-OS 24 16 212
DE-OS 15 48 848
CH 3 98 990

DE-Z: ATM (Aug.1977), R.89-R.96;

DE-Z: messen + prüfen/automatik, Jan./Feb.1976,
S. 33-44;

DE-Z: Feingerätetechnik, Jg. 22, Heft 1/1973,
S. 27-31;

Steinbuch: Nachrichtenverarbeitung, 2. Aufl.
S. 711-723;

54 Meßsystem für absolute Längen- oder Winkelmessungen

DE 2817544 C2

DE 2817544 C2

Die Erfindung betrifft ein Meßsystem für absolute Längen- oder Winkelmessungen mit einer hochgenauen, analogen, zyklischen Inkremental-Meßeinrichtung und einer digitalen Absolut-Meßeinrichtung, welche eine mehrere Spuren enthaltende, codierte Skala und einen bezüglich der Skala beweglichen Schieber mit einer der Anzahl der Spuren entsprechenden Anzahl von Aufnehmern umfaßt.

Ein derartiges Meßsystem ist in der DE-OS 15 48 848 beschrieben. Die bekannte digitale Absolut-Meßeinrichtung besteht dabei aus einer codierten Skala, die mittels einer Tastanordnung abgegriffen wird, wobei die codierte Skala in den Spuren niederer Wertigkeit aus optisch reflektierenden und nichtreflektierenden und in den Spuren höherer Wertigkeit aus elektrisch leitenden und nichtleitenden Feldern besteht. Die elektrische Codeteilung wird durch Kontaktbürsten abgefühlt. Dieses bekannte Meßsystem besitzt den Nachteil, daß die gleichzeitige Verarbeitung optischer wie elektrischer Impulse eine aufwendige Auswerteschaltung erforderlich macht.

In der DE-OS 15 48 848 sind darüber hinaus Meßsysteme als bekannt beschrieben, bei denen die digitale Absolut-Meßeinrichtung eine einheitliche codierte Skala umfaßt, nämlich eine aus elektrisch leitenden und nichtleitenden Feldern bestehende Skala, welche mittels Schleifkontakten abgelesen wird, oder eine aus optisch reflektierenden und nichtreflektierenden Feldern bestehende Skala, welche optisch abgelesen wird. Diesen Systemen haften jedoch die Nachteile an, daß im erstgenannten Fall aufgrund der geringen Abmessungen bei den Spuren niederer Wertigkeit ein sehr störungsempfindlicher Abgriff die Folge ist, während im zweitgenannten Fall bei einer größeren Anzahl von Spuren, wie sie für eine hohe Auflösung und für große Fahrwege an Werkzeugmaschinen auftritt, beträchtliche Abmessungen für das Projektionsfeld, in dem die Blenden und photoelektrischen Elemente angeordnet sind, erforderlich ist.

Es sind ferner Meßsysteme bekannt, bei denen hochgenaue, analoge, zyklische Inkremental-Meßeinrichtungen mit einer Zählleinrichtung kombiniert werden, mit welcher die Anzahl der bei einer bestimmten Bewegung durchlaufenen Perioden sowie die Bewegungsrichtung bestimmt wird (Steinbuch, "Nachrichtenverarbeitung", zweite Auflage, Abschnitt 5.8.2).

Für die zyklische Inkremental-Meßeinrichtung kommt dabei insbesondere das Inductosyn-System (eingetragenes Warenzeichen) in Frage, wie es beispielsweise in "Archiv für technisches Messen", August 1971, R 93 und "Messen + Prüfen/Automatik", Januar/Februar 1976, Seite 43 beschrieben ist. Ferner ist in "Feingeräte-technik", 1973, Seite 28 eine zyklische Inkremental-Meßeinrichtung dargestellt, welche zwei kapazitiv zusammenwirkende Skalen enthält.

Diese Meßeinrichtungen, bei denen die Anzahl der bei der Bewegung des Schiebers zurückgelegten Zyklen gezählt und die im Zyklus aufgenommene Stellung hinzugezählt wird, messen also lediglich Verschiebungen, wenn die elektronische Anlage eingeschaltet ist; die Stellung wird völlig aufgegeben, wenn der Schieber bei ausgeschalteter elektronischer Anlage bewegt wird. Beim Wiedereinschalten der elektronischen Anlage ist die Stellungsanzeige verloren und der Ausgangsbezug muß dann wieder unter Zuhilfenahme mechanischer Mittel ermittelt werden.

Für die Codierung der Skala einer digitalen Absolut-Meßeinrichtung sind insbesondere der "Dual-Code" und der "Gray-Code" bekannt (K. Steinbuch, "Taschenbuch der Nachrichtenverarbeitung", zweite Auflage, Seite 715).

Die technische Aufgabe, deren Lösung sich die Erfindung zum Ziel macht, ist die Schaffung eines gattungsgemäßen Meßsystems, das sich dadurch auszeichnet, daß es billig in der Herstellung ist sowie mit großer Zuverlässigkeit arbeitet und besonders einfach mit zyklischen, hochgenauen Inkremental-Meßeinrichtungen bekannter Bauweise kombinierbar ist, um gleichzeitig hohe Genauigkeit und absolute Stellungsanzeige zu erreichen.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 1 gelöst.

Nachstehende Beschreibung einer bevorzugten Ausführungsform als nicht einschränkendes Beispiel, bezieht sich auf die beigefügte Zeichnung. Es zeigt

Fig. 1 einen schematischen Grundriß einer bekannten Ausführung einer Genauigkeits-Meßeinrichtung nach Inductosyn-Bauart,

Fig. 2 einen Schnitt nach Linie II-II von Fig. 1, Fig. 3 eine schematische Draufsicht auf das erfindungsgemäße Meßsystem,

Fig. 4 einen Schnitt nach Linie IV-IV von Fig. 1, Fig. 5 einen Grundriß in stark vergrößertem Maßstab eines kurzen Abschnittes der erfindungsgemäßen Absolut-Meßeinrichtung mit Darstellung einer Gruppe von Aufnehmern des Schiebers, die in einer allgemeinen Ablesestellung angeordnet sind,

Fig. 6 einen Schnitt nach Linie IV-VI von Fig. 5 mit der perspektivischen Darstellung der Verbindungsflächen zu den Ausgangsstellen der Signale,

Fig. 7 einen Schnitt nach Linie VII-VII von Fig. 5,

Fig. 8 den Verlauf der Ausgangssignale von den einzelnen Aufnehmern, nach zweckmäßiger Verarbeitung und

Fig. 9 den Schaltplan zu dem erfindungsgemäßen Meßsystem.

Die beschriebene Ausführungsform gibt am besten ein Bild von der größten Einfachheit und den niedrigen Kosten, mit denen der absolute Teil des erfindungsgemäßen Meßsystems hergestellt werden kann, unter Anwendung derselben Technik und derselben Produktionsmittel, die erforderlich sind, um die hochgenaue zyklische Inkremental-Meßeinrichtung bekannter Bauart zu bauen, mit welcher zusammen die erfindungsgemäße Meßeinrichtung angewandt werden soll.

Fig. 1 stellt eine Meßeinrichtung an sich bekannte Bauart dar, wie in der italienischen Patentschrift N 9 04 565 beschrieben; dieselbe besteht aus einer Skala 10, die eine elektrische Wicklung 11 umfaßt, die durch Photoätzung eines Leitzuges hergestellt wurde, welche mit Klebstoff 12 auf ein isoliertes Federstahlband aufgebracht ist. Das Federstahlband wird so gespannt, daß es die bei der Konstruktion vorgesehene Länge genau ausweist und dann mit beiden Enden mittels Schrauben 1 z. B. an der Seite eines Aufspanntisches einer Werkzeugmaschine befestigt wird. Die Meßeinrichtung umfaßt außerdem einen Schieber 15, der zwei voneinander getrennte, wie bei der Skala 10 beschriebene durch Photoätzung hergestellte, elektrische Wicklungen 17, 1 trägt. Die drei Wicklungen (zwei am Schieber und eine an der Skala) sind derart ausgebildet, daß das Erreger an der Skala befestigten Wicklung 11 mit einem Wechselstrom das Induzieren in beiden, am Schieber befestigten Wicklungen 16, 17 von Potentialen zur Fol-

ge hat, die der sin-Funktion bzw. der cos-Funktion des elektrischen Winkels zwischen der Wicklung der Skala 10 und der Wicklung des Schiebers 15, auf einen Zyklus der Skala bezogen, verhältnismäßig sind, wobei es gilt, daß ein Winkel 360° einem Skalazyklus entspricht.

Fig. 3 stellt das erfindungsgemäße Meßsystem dar, das nach derselben Technik und größtenteils mit denselben Produktionsmitteln wie die bekannte, oben beschriebene Meßeinrichtung hergestellt wurde.

Das neuartige Meßsystem ist an dem Leiterzug 20, der gegenüber dem Träger 21 isoliert ist, neben der Wicklung 22 der zyklischen Meßeinrichtung bekannter Bauart auch mit der Skala einer Absolut-Meßeinrichtung versehen, die aus zwei Leiterzügen 24 und 25 besteht, welche durch einen photogeätzten Schnitt 26 voneinander elektrisch getrennt sind, wobei Schnitt 26 die numerische Codierung der Stellung bildet. Die durch Photoätzung erzeugte Trennungslinie weist eine solche Form auf, daß sie in diesem besonderen Fall einen binären Code nach Gray ergibt. Ein stark vergrößerter Grundriß dieses Codeabschnittes ist in Fig. 5 dargestellt, in der der Abschnitt in codierte Streifen A, B, C, D, E, und F mit zunehmendem Binärgewicht unterteilt ist.

Werden z. B. 12 codierte Streifen benutzt, so werden 2^{12} , d. h. 4096 Stellungen codiert; in einer praktischen Ausführung nehmen diese Stellungen einen Querraum (d. h. parallel zum Schnitt IV-IV von Fig. 3) ein, der dem durch die zyklische Meßeinrichtung bekannter Bauart eingenommenen Raum nahezu gleich ist. Der Übersichtlichkeit halber sind nur sechs codierte Streifen gezeigt, die einen Querraum einnehmen, der dem der zyklischen Meßeinrichtung gleich ist. Bei dieser Art Meßsystem weist der Schieber 27 neben den Wicklungen 28 und 29, die den Wicklungen 16 und 17 der beschriebenen, bekannten Bauart durchaus ähnlich sind, auch eine Reihe Aufnehmer 30, 31, 32, 33, 34 und 35 auf, die durch Photoätzung am Schieber 27 hergestellt sind. In Fig. 6 und 7 sieht man einen vergrößerten Schnitt durch die Skala 19 bzw. den Schieber 27, die in ihrer normalen Arbeitsstellung einander gegenüberstehen.

Die Ablesung des Codes erfolgt durch die am Schieber 27 hergestellten Aufnehmer, die in Fig. 6 und 7 deutlicher gezeigt werden. Der Schieber 27 wird durch an sich bekannte Mittel in einem Abstand von wenigen Zehntelmillimetern von der Skala 19 gehalten. Auch der Schieber 27 wird durch Photoätzung hergestellt, denn es handelt sich dabei praktisch um eine übliche gedruckte Schaltung mit metallisierten Löchern, die erforderlichenfalls zum Verbinden der beiden Leiterzüge miteinander dienen. Der Abschnitt des Schiebers, der vor der Skala läuft, ist mit durch Photoätzung hergestellten, metallisierten Flächen 41 versehen, die — wie bereits gesagt — auch Aufnehmer genannt werden; diese sind von einem Leiterstreifen 42 völlig umgeben, der von den Aufnehmern durch den photogeätzten Schnitt 43 getrennt ist; im Schieber 27 ist für jedes an der Skala codierte Binärgewicht eine Fläche 41 vorgesehen.

Der Leiterzug 42 übt die Funktion eines Schirmes aus, so daß jede Fläche 41 nur mit dem codierten Streifen des entsprechenden numerischen Gewichtes kapazitiv verbunden ist. In Fig. 6 und 7, in denen die Anordnung gemäß Fig. 3 und 4 deutlicher herauskommt, besteht das Traglelement 21 aus einem Stahlband, an dem die leitende Schicht 23 über der klebenden und isolierenden Schicht 44 befestigt ist. Der photogeätzte Schnitt 26 trennt die Leiterzüge 24 und 25 elektrisch voneinander, so daß sie an Stromquellen mit verschiedenen Potentialen angeschlossen werden können. Beide Leiterzüge

sind nämlich an zwei Quellen von gleichfrequenten jedoch gegenphasigen Potentialen, d. h. der Leiterzug 25 ist mit Phase X des Oszillators 45 von Fig. 5 und der Leiterzug 24 mit Phase Y verbunden.

Auf Fig. 7 bezogen, besteht die kapazitive Kopplung mit Phase X, wenn sich die Fläche 41 auf dem Leiterzug 25 befindet; wenn nun der Schieber so weit geschoben wird, bis sich die Fläche 41 vollständig auf dem Leiterzug 24 befindet, besteht die kapazitive Kopplung mit Phase Y, die der Phase des vorhergehenden Falles entgegengesetzt ist.

Wenn die Fläche 41 über dem photogeätzten Schnitt 26 steht und zugleich mit Leiterzug 24 und 25 verbunden ist, wird die auf der Fläche 41 kapazitiv induzierte Spannung gegen Null streben, d. h. gegen das Mittel der zwischen Phase X und Phase Y induzierten Werte. Es ist dann möglich, durch Aufnahme der auf Fläche 41 induzierten Spannung zu erfahren, auf welchem codierten Leiterzug, z. B. 24 oder 25 in Fig. 7, sich dieselbe Fläche 41 befindet. Zu diesem Zweck ist an der Rückseite des Schiebers d. h. an der zweiten Seite der gedruckten Schaltung ein mit 53 schematisch bezeichneter Verstärker 53 angeordnet, dem ein mit 56 schematisch angedeuteter Synchrongeber 56 nachgeschaltet ist (die zwei letztgenannten Vorrichtungen werden weiter unten beschrieben und erklärt), dessen Phase so eingestellt ist, daß er an seinem Ausgang eine Gleichspannung einer bestimmten Polarität hat, wenn sich die Fläche auf dem Leiterzug 24 befindet, und eine Gleichspannung entgegengesetzter Polarität, wenn sich die Fläche auf dem anderen Leiterzug befindet. Der oben genannte Verstärker 53 ist in nächster Nähe der Fläche 30 angeordnet, um die auf die Streukapazität zurückzuführende Signalabschwächung auf ein Mindestmaß herabzusetzen.

In Fig. 8 ist mit 30' das Schaubild eines ganzen Zyklus' des Ausgangssignals des Synchrongebers für den Aufnehmer 30 von Fig. 5 oder 6 bezeichnet, während es den codierten Streifen A ausgehend von der in Fig. 5 gezeigten Stellung durchläuft. Mit 31' ist in Fig. 8 das Schaubild eines halben Zyklus' des Ausgangssignals des Aufnehmers 31 von Fig. 5 bezeichnet. Mit 32' ist in Fig. 8 das Schaubild eines Viertels des Zyklus' des Ausgangssignals des Aufnehmers 32 von Fig. 5 bezeichnet, während dasselbe den codierten Leiterzug A ausgehend von der Stellung nach Fig. 5 durchläuft. Mit 33', 34' und 35' sind die Schaubilder der Signale der Aufnehmer 33, 34 und 35 von Fig. 5 bezeichnet, während die Signale die codierten Leiterzüge D, E und F, ausgehend von der Stellung nach Fig. 5 durchlaufen.

Dem Synchrongeber 56 ist eine Schwellenschaltung 57 nachgeschaltet, die weiter unten beschrieben wird, deren Schwelle auf Null Volt eingestellt und mit Binärausgang versehen ist.

Wenn jede der Flächen oder Aufnehmer an einem Schaltkreis, wie soeben beschrieben, d. h. Verstärker, Synchrongeber und Schaltung mit Binärschwelle, angeschlossen ist, ergibt sich am Ausgang der Schwellenschaltungen ein Code, der dem auf dem Leiterzug der Skala photogeätzten Code entspricht und die Stellung wiedergibt, die die Aufnehmer gegenüber der Skala einnehmen.

Um die Kosten der Schaltung nach dem oben beschriebenen Plan möglichst klein zu halten, wird die in Fig. 9 dargestellte Schaltung gewählt. Statt eines separaten Kanals für jeden Aufnehmer, wie oben beschrieben, wird ein einziger Verstärker- und Geberkanal verwendet, der zu den einzelnen Aufnehmern mittels ko-

stenniedrigen elektronischen Schaltern umgeschaltet wird.

In der Schaltung nach Fig. 9 werden zwei integrierte Schaltkreise 51 und 52 nach der CMOS-Technologie verwendet, von denen jeder acht elektronische Schalter besitzt, mit welchen der Verstärker 53 an jedem beliebigen Aufnehmer des Schiebers 27 angeschlossen werden kann.

Wie aus Fig. 9 ersichtlich, ist ein Schieber 27 dargestellt, der mit zwölf Aufnehmern versehen ist, statt mit sechs, wie vorher beschrieben und dargestellt; das ändert natürlich die Merkmale der Vorrichtung nicht, ermöglicht jedoch eine Beschreibung eines für einen allgemeineren und komplexeren Fall verwendeten Schaltkreises.

Der gewünschte Anschluß zwischen Aufnehmern und Verstärker-Geber-Kreis wird mittels eines an die Leitungen 55 durch eine zentrale Steuereinheit angelegten Wahlcodes erstellt. Die zentrale Steuereinheit ist in ihrer Bauweise an sich bekannt und kann z. B. aus einer Mikroprozessoreinheit bestehen, die zum Steuern sowohl der Wählleitungen 55 als auch zum Empfang der Daten aus der Leitung 58 und aus den Leitungen 59 programmiert ist.

Dem Verstärker 53 sind ein Synchronegeber 56 und eine Schwellenschaltung 57 (Schwelle auf Null) nachgeschaltet, die mit kleiner Hysterese versehen sind, damit stabile binäre Umschaltungen am Ausgang 58 erhalten werden. Der Synchronegeber 56 wird über Leitung 62 durch einen Schließbefehl für den Schalter 63 betätigt, welcher Schließbefehl gegenüber der Periode des Oszillators 45 kürzer ist (siehe auch Fig. 5), die die Skala der Absolut-Meßeinrichtung erregt. Dieser Befehlimpuls ist gegenüber dem Oszillator 45 synchron und konphas, so daß derselbe das von dem am Schieber angeordneten Aufnehmern stammende Signal nach dem Scheitelwert des stärksten Signals mustern kann. Dem Schalter 63 ist ein Speicherkondensator 65 nachgeschaltet, dessen Potential dem positiven oder negativen Scheitelwert des an der Stelle 66 angelegten Signals zyklisch angeglichen wird. Dank dieser Anordnung erhält man — beim Ansteuern der Wählleitungen 55 mit einer Binärfolge — am Ausgang 58 in Serienform, d. h. in zeitlicher Folge, einen Code, der dem am Leiterzug der Skala 23 photogetätzten Code entspricht und die Stellung wiedergibt, in der sich die Aufnehmer 30 bis 35 gegenüber der Skala befinden.

Ein derartiges Verstärkungssystem wird dazu benutzt, um die Signale zu verstärken, die von beiden Wicklungen 28 und 29 des Schiebers 27 der zyklischen Maßeinrichtung ausgehen. In diesem Fall besteht das System aus zwei elektronischen Schaltern des integrierten Schaltkreises 52, die von den Wählleitungen 55 angesteuert werden und dazu dienen, den sin-Kanal bzw. den cos-Kanal des Schiebers 27 der zyklischen Maßeinrichtung nach Inductosyn-Bauart zu wählen; an die Schalter ist ein Verstärker 60 angeschlossen, dem ein Synchronegeber 71 nachgeschaltet ist. Der Synchronegeber 71 ist dem bereits beschriebenen Synchronegeber 56 ähnlich, aber er ist mit dem Oszillator 18 synchronisiert, der die Skala der zyklischen Maßeinrichtung speist (siehe auch Fig. 1 und 3).

Dem Synchronegeber 71 ist ein numerisch-analogischer Konverter 72 nachgeschaltet, der der Steuereinheit einen numerischen Wert liefert, der dem Scheitelwert der aus den am Schieber der zyklischen Maßeinrichtung angeordneten Wicklungen kommenden Spannung verhältnismäßig ist.

Die Benutzung eines einzigen Verstärker-Konverters, der auf beide Kanäle, d. h. den sin-Kanal und den cos-Kanal der zyklischen Maßeinrichtung umgeschaltet wird, ist von größtem praktischen Nutzen, nachdem dadurch die Gleichheit der Verstärkung :
5 schon beiden Kanälen gewährleistet ist.

Somit ist das Verhältnis zwischen den numerischen Werten am Ausgang vom Konverter 72 für die aus den Wicklungen des Schiebers der zyklischen Maßeinrichtung von der Verstärkung des Verstärker-Konverter-Kanals unabhängig. Das macht die Anordnung besonders wirtschaftlich, weil es dadurch unnötig v
Genauigkeitsverstärker einzusetzen, nachdem die Absolutgenauigkeit der Maßeinrichtung nicht mit den absoluten Werten, sondern lediglich mit dem Verhältnis :
15 schon den aus beiden Wicklungen des Schiebers kommenden Signalen zusammenhängt.

Um die Sicherheit zu haben, daß die einzelnen Zyklen der zyklischen Maßeinrichtung mit der Absolut-Meßeinrichtung auch einwandfrei erkannt werden, ist das Auflösungsvermögen der Absolut-Meßeinrichtung gleich $1/2$ Zyklus der zyklischen Maßeinrichtung gewählt worden.

Infolgedessen braucht der Flucht- und Abiesefe zwischen den beiden Maßeinrichtungen einfach kleiner als $1/2$ Zyklus der zyklischen Maßeinrichtung zu sein.

Um das Fluchten sicherzustellen und zugleich die Abstände auf ein Kleinstmaß herabzusetzen, werden in dem beschriebenen Beispiel die beiden Skalen der Maßeinrichtungen (Fig. 3) von derselben Leiterplatte durch Photoätzung ausgearbeitet, die auf einem einzigen Stahlband isolierend aufgeklebt ist.

Auf diese Weise erfolgen alle Vorgänge für die Herstellung der kompletten Skala beider Maßeinrichtungen, der zyklischen sowie der absoluten, zu gleicher Zeit; z. B. es erfolgt ein einziger Klebevorgang der Streifen auf das Stahlband, ein einziger Vorgang des Beschichtens mit lichtempfindlichem Widerstandstoff, eine einzige Belichtung mit nur einem Negativ, beide Schablonen für die zwei Maßeinrichtungen treten ein einziger Entwicklungsvorgang und schließlich ein einziger Ätzzvorgang.

Wahlweise können die zwei Leiterzüge für die zwei Maßeinrichtungen an entgegengesetzten Seiten des Stahlbandes angebracht werden oder die Absolut-Meßeinrichtung kann von der anderen getrennt hergestellt und nur beim Einsatz mit einer zyklischen Maßeinrichtung bekannter Bauweise gekoppelt werden.

Eine besonders interessante Lösung, mit der der beanspruchte Raum äußerst verringert wird, besteht darin, die Absolut-Meßeinrichtung auf der zyklischen Maßeinrichtung aufzubauen. In diesem Fall besteht die Skala aus folgenden aufeinanderliegenden Schichten: Trägerstoff, vorzugsweise Stahl; Isolierung und Kleber; Leiterbahn, vorzugsweise Kupferschicht mit dem eingetragenen Verlauf der Leiterzuges; Isolierung und Kleber; Schutzschicht aus nichtmagnetischem Stoff, am besten Kupferschicht mit photogetätzter Absolut-Meßeinrichtung wie bereits beschrieben.

Da die zyklische Maßeinrichtung Induktion durch Magnetfelder ausnutzt, bringt das Auflegen einer leitenden, jedoch nichtmagnetischen Schicht keine Fehlergebnisse von nennenswertem Maß mit sich. Was oben für eine lineare Maßeinrichtung gesagt ist, kann ebensogut für eine kreisförmige Winkel-Meßeinrichtung bekannter Bauweise, z. B. für den rotierenden Inductosyn Anwendung finden.

Damit keine Zweideutigkeit an der Stelle auftritt, der 360° entsprechende Code an den Nullcode gr

müssen zusätzlich ein Aufnehmer am Schieber und eine Fläche an der Skala vorgesehen werden, so daß ein zusätzliches Signal erzeugt wird, das diese besondere Lage wiedergibt.

Somit ist ein Meßsystem entwickelt worden, das mit der Meßeinrichtung nach analogischer zyklischer Bauart, welche eine Stellung ausschließlich im Bereich eines Zyklus' oder einer Periode aufzunehmen vermag, eine Absolut-Meßeinrichtung numerischer Art verbindet, welche ermöglicht, auch den Zyklus zu ermitteln, in dem sich der Schieber gegenüber der Skala befindet, das eine unmittelbare Ablesung beider Werte ermöglicht, ohne dazu auf gewöhnlich sehr teure Hilfsmittel zur Ablesung der Stellung zurückgreifen zu müssen.

Patentansprüche

1. Meßsystem für absolute Längen- oder Winkelmessungen mit einer hochgenauen, analogen zyklischen Inkremental-Meßeinrichtung und einer digitalen Absolut-Meßeinrichtung, welche eine mehrere Spuren enthaltende, codierte Skala und einen bezüglich der Skala beweglichen Schieber mit einer der Anzahl der Spuren entsprechenden Anzahl von Aufnehmern umfaßt, **dadurch gekennzeichnet**,
 - daß die Skala der Absolut-Meßeinrichtung aus Leiterzügen (24, 25) aufgebaut ist, die an verschiedenen Quellen von Wechsellpotential angeschlossen sind,
 - daß die Aufnehmer elektrisch leitende, voneinander abgeschirmte Flächen (41) sind und
 - daß die Flächen (41) mit den Leiterzügen (24, 25) kapazitiv gekoppelt sind.
2. Meßsystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die den Stellungscode bildenden Leiterzüge (24, 25) an gleichfrequente, jedoch gegenphasige Wechsellpotentiale angeschlossen sind.
3. Meßsystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die zyklische Inkremental-Meßeinrichtung auf dem Prinzip induktiver Kopplung (Inductosyn) basiert.
4. Meßsystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Skalen der Meßeinrichtungen auf einem einzigen Tragelement aufgebaut sind.
5. Meßsystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Schieber beider Meßeinrichtungen auf einem einzigen Tragelement aufgebaut sind.
6. Meßsystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die codierte Skala der Absolut-Meßeinrichtung einen photogeätzten ausgezogenen Schnitt (26) aufweist, der so verläuft, daß eine ununterbrochene elektrische Verbindung zwischen allen Feldern der codierten Skala besteht, die an dasselbe elektrische Potential angeschlossen werden sollen.
7. Meßsystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Absolut-Meßeinrichtung auf einem dünnen Blech aus nichtmagnetischem Stoff aufgebaut ist, das die zyklische Meßeinrichtung unter Zwischenlegung einer isolierenden und klebenden Schicht überlagert.
8. Verfahren zur Herstellung eines Meßsystems für absolute Längen- oder Winkelmessungen mit einer hochgenauen, analogen, zyklischen Inkremental-Meßeinrichtung und einer digitalen Absolut-Meßeinrichtung, welche eine mehrere Spuren enthaltende, codierte Skala und einen bezüglich der Skala

beweglichen Schieber mit einer der Anzahl der Spuren entsprechenden Anzahl von Aufnehmern umfaßt, wobei die Skalen beider Meßeinrichtungen aus Leiterzügen bestehen und auf einem einzigen Tragelement aufgebaut und die Aufnehmer elektrisch leitende, voneinander abgeschirmte Flächen sind, dadurch gekennzeichnet, daß die Skalen und/oder die Schieber beider Meßeinrichtungen gleichzeitig mit denselben Einrichtungen sowie mit denselben Produktionsmitteln und nach denselben Verfahren hergestellt werden.

9. Verfahren gemäß Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Code der Absolut-Meßeinrichtung auf einen Leiterzug photogeätzt ist.

10. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Aufnehmer (30 bis 35) des Schiebers der Absolut-Meßeinrichtung an einem Leiterzug mittels eines photogeätzten Schnittes, der sie vom Rest des Leiterzuges trennt, welcher die Aufgabe eines Schirmes übernimmt, hergestellt sind.

11. Meßsystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß sämtliche sowohl von den Aufnehmern der Absolut-Meßeinrichtung als auch von den Wicklungen der zyklischen Meßeinrichtung stammenden Signale in einem einzigen Verstärkerkreis verstärkt werden.

12. Meßsystem gemäß Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß der ausgegebene numerische Wert aus dem Verhältnis zwischen den aus beiden Wicklungen des Schiebers kommenden Signalen gebildet wird, so daß die Genauigkeit des Meßsystems vom Genauigkeitsgrad des Verstärkers unabhängig ist.

Hierzu 4 Blatt Zeichnungen

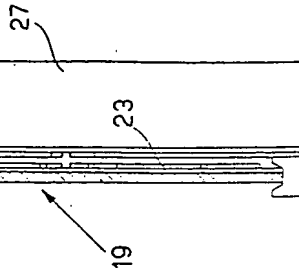
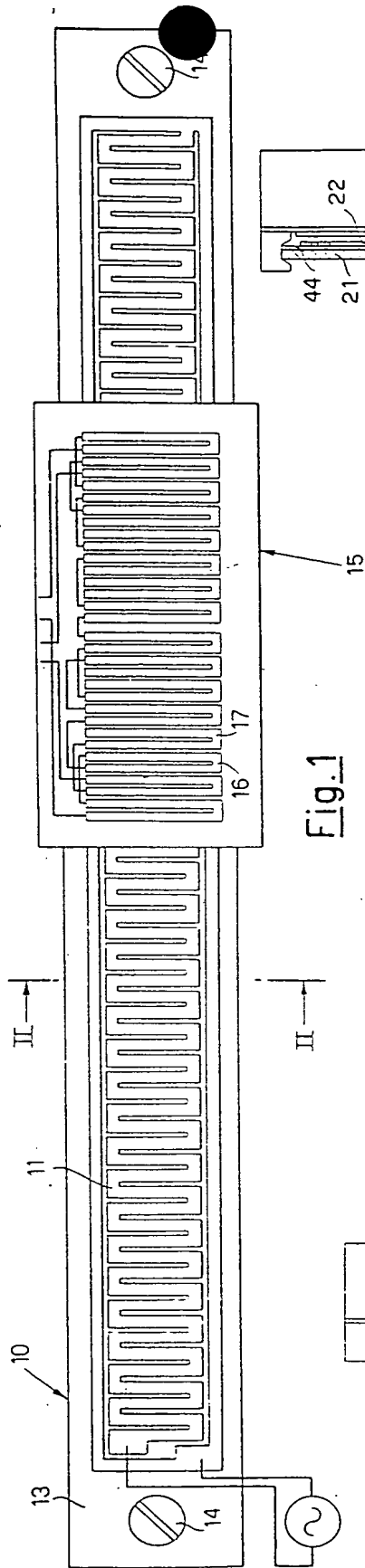


Fig. 4

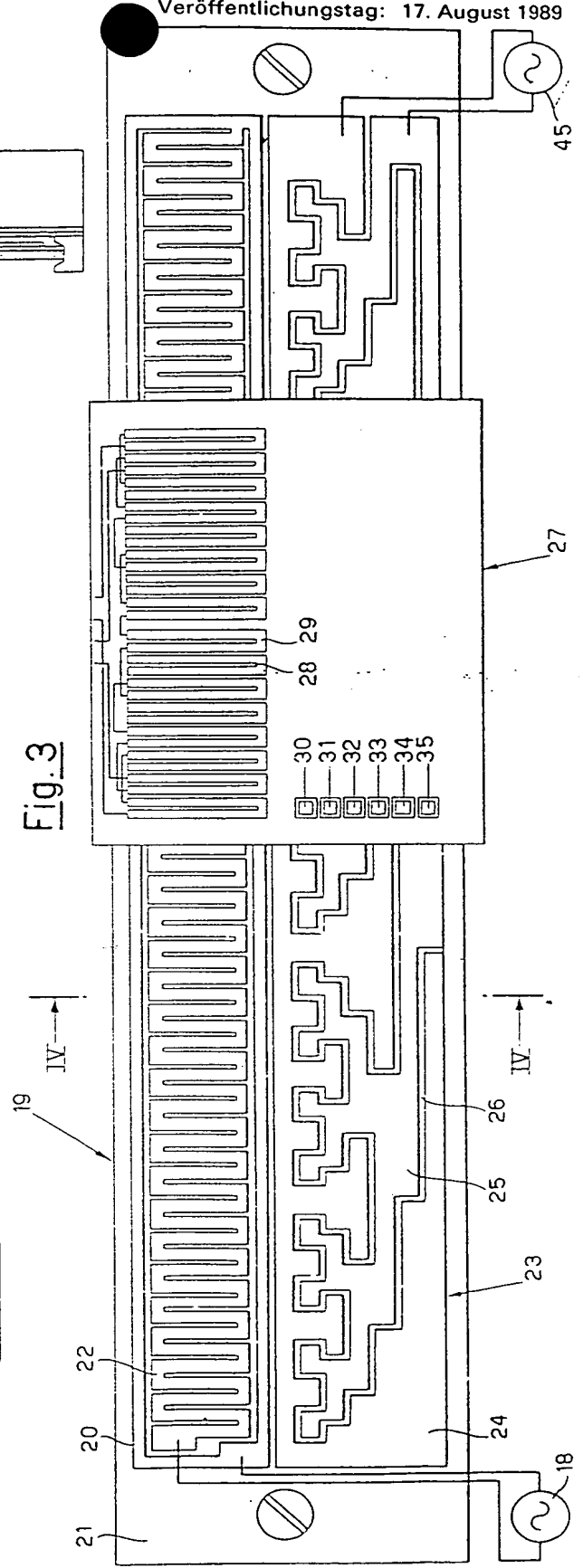


Fig. 3

Fig. 5

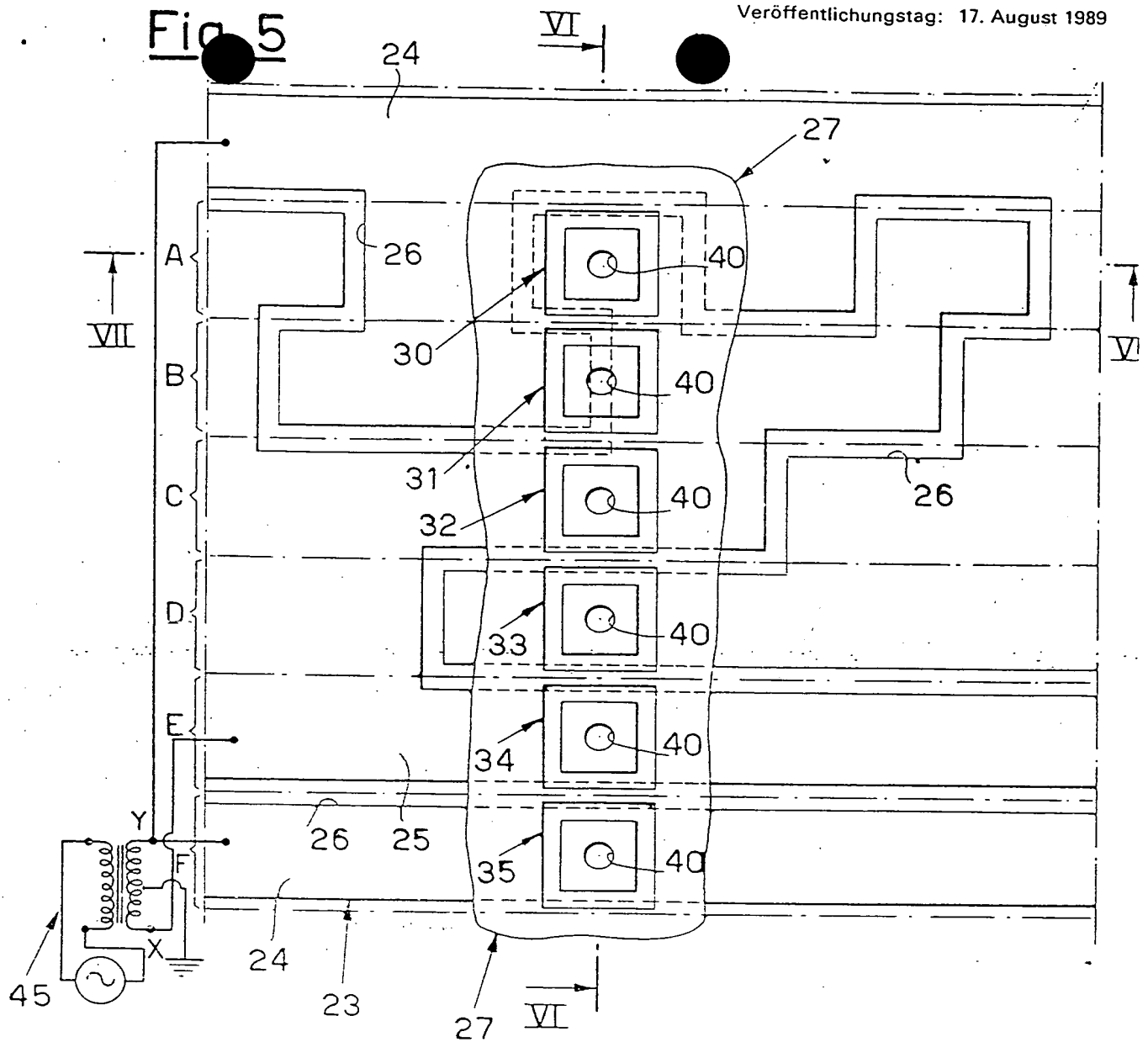
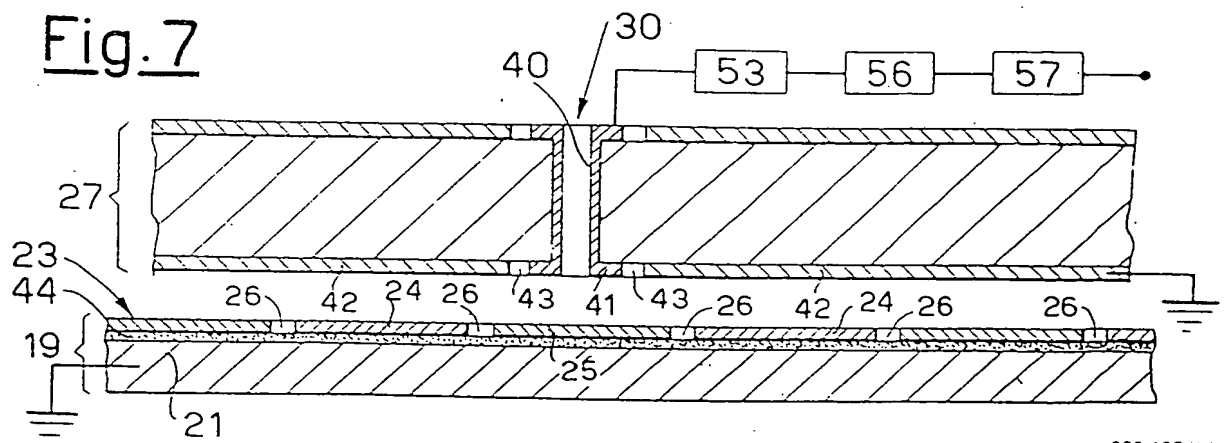


Fig. 7



müssen zusätzlich ein Aufnehmer am Schieber und eine Fläche an der Skala vorgesehen werden, so daß ein zusätzliches Signal erzeugt wird, das diese besondere Lage wiedergibt.

Somit ist ein Meßsystem entwickelt worden, das mit der Meßeinrichtung nach analogischer zyklischer Bauart, welche eine Stellung ausschließlich im Bereich eines Zyklus' oder einer Periode aufzunehmen vermag, eine Absolut-Meßeinrichtung numerischer Art verbindet, welche ermöglicht, auch den Zyklus zu ermitteln, in dem sich der Schieber gegenüber der Skala befindet, das eine unmittelbare Ablesung beider Werte ermöglicht, ohne dazu auf gewöhnlich sehr teure Hilfsmittel zur Ablesung der Stellung zurückgreifen zu müssen.

Patentansprüche

1. Meßsystem für absolute Längen- oder Winkelmessungen mit einer hochgenauen, analogen zyklischen Inkremental-Meßeinrichtung und einer digitalen Absolut-Meßeinrichtung, welche eine mehrere Spuren enthaltende, codierte Skala und einen bezüglich der Skala beweglichen Schieber mit einer der Anzahl der Spuren entsprechenden Anzahl von Aufnehmern umfaßt, **dadurch gekennzeichnet**,
 - daß die Skala der Absolut-Meßeinrichtung aus Leiterzügen (24, 25) aufgebaut ist, die an verschiedenen Quellen von Wechsellpotential angeschlossen sind,
 - daß die Aufnehmer elektrisch leitende, voneinander abgeschirmte Flächen (41) sind und
 - daß die Flächen (41) mit den Leiterzügen (24, 25) kapazitiv gekoppelt sind.
2. Meßsystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die den Stellungscode bildenden Leiterzüge (24, 25) an gleichfrequente, jedoch gegenphasige Wechsellpotentiale angeschlossen sind.
3. Meßsystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die zyklische Inkremental-Meßeinrichtung auf dem Prinzip induktiver Kopplung (Inductosyn) basiert.
4. Meßsystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Skalen der Meßeinrichtungen auf einem einzigen Tragelement aufgebaut sind.
5. Meßsystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Schieber beider Meßeinrichtungen auf einem einzigen Tragelement aufgebaut sind.
6. Meßsystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die codierte Skala der Absolut-Meßeinrichtung einen photogeätzten ausgezogenen Schnitt (26) aufweist, der so verläuft, daß eine ununterbrochene elektrische Verbindung zwischen allen Feldern der codierten Skala besteht, die an dasselbe elektrische Potential angeschlossen werden sollen.
7. Meßsystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Absolut-Meßeinrichtung auf einem dünnen Blech aus nichtmagnetischem Stoff aufgebaut ist, das die zyklische Meßeinrichtung unter Zwischenlegung einer isolierenden und klebenden Schicht überlagert.
8. Verfahren zur Herstellung eines Meßsystems für absolute Längen- oder Winkelmessungen mit einer hochgenauen, analogen, zyklischen Inkremental-Meßeinrichtung und einer digitalen Absolut-Meßeinrichtung, welche eine mehrere Spuren enthaltende, codierte Skala und einen bezüglich der Skala

beweglichen Schieber mit einer der Anzahl der Spuren entsprechenden Anzahl von Aufnehmern umfaßt, wobei die Skalen beider Meßeinrichtungen aus Leiterzügen bestehen und auf einem einzigen Tragelement aufgebaut und die Aufnehmer elektrisch leitende, voneinander abgeschirmte Flächen sind, dadurch gekennzeichnet, daß die Skalen und/oder die Schieber beider Meßeinrichtungen gleichzeitig mit denselben Einrichtungen sowie mit denselben Produktionsmitteln und nach denselben Verfahren hergestellt werden.

9. Verfahren gemäß Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Code der Absolut-Meßeinrichtung auf einen Leiterzug photogeätzt ist.

10. Verfahren nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Aufnehmer (30 bis 35) des Schiebers der Absolut-Meßeinrichtung an einem Leiterzug mittels eines photogeätzten Schnittes, der sie vom Rest des Leiterzuges trennt, welcher die Aufgabe eines Schirmes übernimmt, hergestellt sind.

11. Meßsystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß sämtliche sowohl von den Aufnehmern der Absolut-Meßeinrichtung als auch von den Wicklungen der zyklischen Meßeinrichtung stammenden Signale in einem einzigen Verstärkerkreis verstärkt werden.

12. Meßsystem gemäß Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß der ausgegebene numerische Wert aus dem Verhältnis zwischen den aus beiden Wicklungen des Schiebers kommenden Signalen gebildet wird, so daß die Genauigkeit des Meßsystems vom Genauigkeitsgrad des Verstärkers unabhängig ist.

Hierzu 4 Blatt Zeichnungen

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.